

**PENGARUH EXHAUST TERHADAP KINERJA TUNGKU GASIFIKASI  
SEKAM PADI TIPE *DOWNDRAFT CONTINUE***



**Disusun sebagai salah satu Syarat Guna Memperoleh Gelar Sarjana S1 pada  
Teknik Mesin Fakultas Teknik**

**Disusun :**

**SITO DWI KURNIAWAN**

**NIM : D200.10.0041**

**JURUSAN TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**2018**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**PENINGKATAN DAYA REKAT BATU GERINDA DENGAN  
PROSES PENGOLAHAN TERAK ALUMINIUM  
MENGUNAKAN NATRIUM HIDROKSIDA (NaOH)**

**PUBLIKASI ILMIAH**

oleh:

**SITO DWI KURNIAWAN**

**D200100041**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



**Ir. Subroto, MT**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**PENGARUH EXHAUST TERHADAP KINERJA TUNGKU  
GASIFIKASI SEKAM PADI TIPE *DOWNDRAFT CONTINUE***

**OLEH**

**SITO DWI KURNIAWAN**

**D200100041**

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Fakultas Teknik Mesin

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada hari ~~Sabtu~~ **16** Februari 2018

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

- Dewan Penguji:

1. **Ir. Subroto, MT**  
(Ketua Dewan Penguji)
2. **Ir. Sunardi Wiyono, MT**  
(Anggota I Dewan Penguji)
3. **Patna Partono, ST, MT**  
(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)  
(.....)  
(.....)

**Dekan,**



**Dr. Sri Sunariono, MT., Ph. D.**

## **PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidak benaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggung jawabkan sepenuhnya.

Surakarta, Februari 2018

Penulis



**SITO DWI KURNIAWAN**

**D200100041**

# **PENGARUH EXHAUST TERHADAP KINERJA TUNGKU GASIFIKASI SEKAM PADI TIPE DOWNDRAFT CONTINUE**

## **ABSTRAKSI**

*Melihat dampak krisis energi fosil yang semakin langka pemerintah menanggulangi dengan memanfaatkan energy biomassa. Pemakaian gasifikasi umumnya akan menghemat biaya bahan bakar. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi diameter exhaust terhadap temperature pembakaran, waktu penyalaan awal dan waktu nyala efektif pada tungku gasifikasi sekam padi tipe downdraft continue. Penelitian dilakukan dengan memvariasikan diameter exhaust, dengan variasi diameter exhaust 10 mm, diameter exhaust 20 mm dan diameter exhaust 30 mm. kemudian diambil data meliputi temperatur pembakaran, waktu penyalaan awal dan waktu nyala efektif. Hasil penelitian menunjukkan variasi diameter exhaust berpengaruh terhadap temperature pembakaran, waktu penyalaan awal dan waktu penyalaan efektif yang dihasilkan. Temperatur rata-rata tertinggi yaitu pada diameter exhaust 30 mm mencapai 534,268°C, waktu penyalaan tercepat yaitu pada diameter exhaust 10 mm pada menit ke 5 dan nyala efektif terpanjang yaitu pada diameter exhaust 10 mm sampai dengan 53 menit*

**Kata kunci:** *Sekam Padi, Exhaust, Gasifikasi, Kinerja Tungku.*

## **ABSTRACTION**

*Seeing the impact of the fossil energy crisis is increasingly scarce government tackle by utilizing biomass energy. The use of gasification will generally save fuel costs. The purpose of this study was to determine the effect of exhaust diameter variation on combustion temperature, initial ignition time and effective flame time on the rice husk gasification type downdraft continue. The study was conducted by varying the diameter of the exhaust, with a 10 mm diameter exhaust, 20 mm exhaust diameter and 30 mm diameter exhaust. then taken the data include combustion temperature, initial startup time and effective flame time. The results showed that the exhaust diameter variation influenced the combustion temperature, the initial ignition time and the effective ignition time produced. The highest average temperature of 30 mm diameter exhaust is 534,268°C, the fastest ignition time is 10 mm diameter exhaust at minute 5 and the longest effective flame is in the exhaust diameter of 10 mm to 53 minutes.*

**Keywords:** *Rice Husk, Exhaust, Gasification, Furnace Performance*

## **1. PENDAHULUAN**

Melihat dampak krisis energi fosil yang semakin langka mempengaruhi seluruh sektor kehidupan, pemerintah melakukan upaya penanggulangan krisis tersebut. Salah satu diantaranya adalah memanfaatkan pemakaian sumber energi.

dengan memanfaatkan energi berbahan baku nabati sebagai sumber energi alternatif.

Seperti yang kita ketahui biomassa merupakan salah satu sumber energi terbarukan sehingga energi ini dapat diperoleh dari sumber-sumber yang dapat diproduksi lagi, salah satunya yaitu tumbuhan yang ada di alam. Biomassa juga mulai berkembang. Salah satu teknologi yang cukup menjanjikan untuk mengkonversi biomassa menjadi final energy seperti listrik adalah teknologi gasifikasi biomassa.

Pemakaian gasifikasi di pedesaan sebagai sumber panas sangat disarankan. Pemakaian gasifikasi umumnya akan menghemat biaya bahan bakar karena harga sekam padi yang umumnya juga dikategorikan sebagai limbah juga sangat murah. Proses yang dihasilkan dari gasifikasi adalah perubahan bahan bakar padat secara termokimia menjadi bahan bakar gas, menghasilkan gas-gas yang sifatnya mudah terbakar yaitu  $CH_4$  (Metana),  $H_2$  (Hidrogen) dan  $CO$  (karbon monoksida) dimana udara yang diperlukan lebih rendah dari udara yang digunakan untuk proses pembakaran.

Berdasarkan jenisnya gasifikasi dibedakan menjadi gasifikasi *downdraft*, *updraft* dan *crossdraft*, gasifikasi tipe *downdraft* adalah gasifikasi yang memiliki arah padatan dan aliran udara yang sama yaitu ke bawah menuju zona gasifikasi yang panas, hal ini memungkinkan yang terdapat pada asap terbakar sehingga gas yang dihasilkan lebih bersih. Keuntungan gasifikasi tipe *downdraft* adalah dapat dioperasikan secara berkesinambungan dengan cara menambahkan bahan bakar melalui bagian atas reaktor.

Hingga sekarang sudah banyak akademisi dan peneliti yang sudah mengembangkan berbagai desain gasifier. Dari yang berskala industri, skala kecil juga gasifier tepat guna. Ada beberapa tipe yang menjadi basis dalam perancangan pembuatan gasifier diantaranya adalah tungku gasifikasi tipe *downdraft*.

Keunggulan gasifier tipe *downdraft* adalah bisa dikembangkan menjadi sebuah tungku gasifikasi yang bersifat *continue* atau dapat terus diisi ulang bahan bakarnya tanpa harus menghentikan penyalaan. Berbagai desain tungku gasifikasi *downdraft* juga sudah banyak, namun masih belum juga mendapatkan desain yang

dirasa efektif dan efisien untuk memaksimalkan kelebihan tungku gasifikasi tipe *downdraft* ini.

Dengan mempertimbangkan desain reaktor, peneliti bermaksud untuk mencoba merancang desain tungku gasifikasi tipe *downdraft continue* bahan bakar sekam padi dengan variasi diameter *exhaust* sebagai percobaan. Dengan penelitian ini diharapkan nyala efisien pada reaktor gasifikasi *downdraft continue*.

### **1.1 Perumusan Masalah**

Bagaimana pengaruh diameter *exhaust* terhadap temperatur pembakaran, waktu penyalaan awal dan nyala efektif pada tungku gasifikasi sekam padi tipe *downdraft continue*.

### **1.2 Batasan Masalah**

Berdasarkan rumusan masalah yang ada agar pembahasan terfokus dan tidak melebar terlalu jauh maka yang menjadi prioritas utama adalah:

- 1) Tungku gasifikasi menggunakan tipe *downdraft continue*.
- 2) Bahan bakar yang digunakan adalah sekam padi.
- 3) Massa bahan bakar yang digunakan adalah 2,5 kg.
- 4) Indikator penelitian adalah temperatur pembakaran, waktu penyalaan awal dan waktu nyala efektif.
- 5) Waktu nyala awal mulai dihitung pada saat temperatur gas pembakaran mencapai temperatur 250°C.
- 6) Waktu nyala efektif dihitung pada saat temperatur awal gas yang dihasilkan mencapai 250°C sampai temperatur gas pembakaran kembali turun pada temperatur 250°C.
- 7) Temperatur tertinggi pembakaran adalah rata-rata dari temperatur diatas 400°C.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- 1) Untuk mengetahui pengaruh variasi diameter lubang *exhaust* terhadap temperatur pembakaran.

- 2) Untuk mengetahui pengaruh variasi diameter lubang exhaust terhadap waktu penyalaan awal.
- 3) Untuk mengetahui pengaruh variasi diameter lubang exhaust terhadap waktu nyala efektif.

#### 1.4 Tinjauan Pustaka

Lailun Najib, Sudjud Darsopuspito (2012), melakukan penelitian tentang gasifikasi dengan judul Karakterisasi Proses Gasifikasi Biomassa Tempurung Kelapa Sistem *Downdraft* Kontinu Dengan Variasi Perbandingan Udara-Bahan Bakar (*AFR*) Dan Ukuran Biomassa. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin besar *AFR* (*Air Fuel Ratio*) maka semakin kecil komposisi *flammable gas* (gas yang mudah terbakar), hal ini dikarenakan besarnya laju aliran udara yang masuk ke dalam tungku tidak sebanding dengan laju aliran biomassa yang dihasilkan sehingga udara yang masuk ke dalam tungku gasifikasi menjadi berlebih, maka akan terbentuk banyak gas  $O_2$ ,  $N_2$ ,  $CO_2$  dan *flammable gas* ( $H_2$ ,  $CO$ ,  $CH_4$ ) berkurang.

Sholehul Hadi, Sudjud Darsopuspito (2013), melakukan penelitian tentang gasifikasi dengan judul Pengaruh Variasi Perbandingan Udara-Bahan Bakar Terhadap Kualitas Api Pada Gasifikasi Reaktor *Downdraft* Dengan Suplai Biomassa Serabut Kelapa Secara Kontinu. Hasil dari pengujian menyatakan bahwa nilai rasio udara-bahan bakar (*Air Fuel Ratio*) semakin meningkat, maka mengakibatkan penurunan nilai kandungan energi.

Budi Setiawan (2014), melakukan pengujian gasifikasi batu bara dengan menggunakan tungku gasifikasi tipe *updraft* dengan judul Studi Gasifikasi Batu Bara *Lignite* Dengan Variasi Kecepatan Udara Untuk Keperluan Karbonasi. Pengujian menggunakan variasi kecepatan udara 2,0 m/s, 4,0 m/s dan 6,0 m/s, hasil pengujian menyatakan bahwa variasi udara berpengaruh terhadap temperatur pembakaran, dari pengujian diperoleh data bahwa kecepatan udara 6,0 m/s yaitu memiliki temperatur sebesar 369°C, kecepatan udara 4,0 m/s memiliki temperatur sebesar 294°C dan kecepatan udara 2,0 m/s sebesar 232°C

Handoyo (2013), melakukan pengujian gasifikasi sekam padi dengan menggunakan tungku tipe *updraft* dengan judul Pengaruh Variasi Kecepatan



Udara Terhadap Temperatur Pembakaran Pada Tungku Gasifikasi Sekam Padi. Pengujian menggunakan variasi kecepatan udara 3,5 m/s, 4,0 m/s dan 4,5 m/s, dari ketiga variasi kecepatan tersebut hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin tinggi kecepatan udara kecepatan udara yang digunakan maka semakin tinggi temperatur yang dihasilkan.

## **1.5 Dasar Teori**

### **1.5.1 Biomassa**

Biomassa adalah bahan organik yang dihasilkan melalui proses fotosintetik, baik berupa produk maupun buangan. Contoh biomassa antara lain adalah tanaman, pepohonan, rumput, limbah pertanian, tinja dan kotoran ternak. Selain digunakan untuk tujuan primer serat, bahan pangan, pakan ternak, minyak nabati, bahan bangunan dan sebagainya, biomassa juga digunakan sebagai sumber energi (bahan bakar). Yang digunakan adalah bahan bakar biomassa yang nilai ekonomisnya rendah atau merupakan limbah setelah diambil produk primernya (Pari dan Hartoyo, 1983).

Energi biomassa dapat menjadi sumber energi alternatif pengganti bahan bakar fosil (minyak bumi) karena beberapa sifatnya yang menguntungkan yaitu, dapat dimanfaatkan secara lestari karena sifatnya yang dapat diperbaharui (*renewable resources*), relatif tidak mengandung unsur sulfur sehingga tidak menyebabkan polusi udara dan juga dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber daya hutan dan pertanian (Widarto dan Suryanta, 1995).

Potensi biomassa di Indonesia adalah cukup tinggi. Dengan hutan tropis Indonesia yang sangat luas, setiap tahun diperkirakan terdapat jutaan ton limbah kayu yang terbuang dan belum dimanfaatkan, demikian juga sekam padi, tongkol jagung, dan tempurung kelapa yang merupakan limbah pertanian dan perkebunan, memiliki potensi yang besar sekali.

### **1.5.2 Gasifikasi**

Gasifikasi adalah suatu proses perubahan bahan bakar padat secara termokimia menjadi gas, dimana udara yang diperlukan lebih rendah dari udara

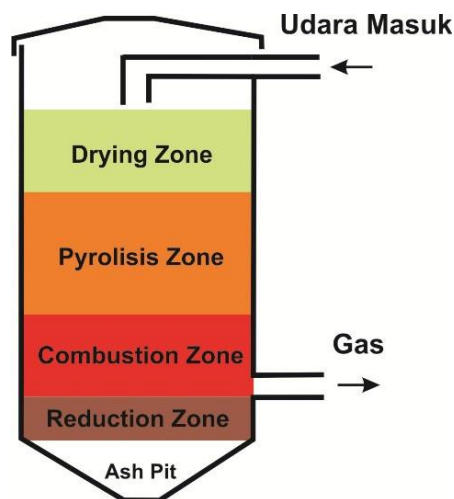
yang digunakan untuk proses pembakaran. Produk yang dihasilkan dapat dikategorikan menjadi tiga bagian utama, yaitu: padatan, cairan dan gas permanen.

Gas hasil gasifikasi terdiri dari gas-gas yang dapat dibakar yaitu  $CO$ ,  $H_2$  dan  $CH_4$ , pengotor *inorganic* berupa gas-gas yang tidak dapat terbakar seperti  $CO_2$ ,  $N$ ,  $NH_3$ ,  $HCN$ ,  $H_2S$  serta debu halus dan pengotor organik yaitu Tar. Komposisi gas yang terkandung sangat tergantung pada komposisi dari unsur yang digunakan sebagai bahan bakar.

Berdasarkan arah alirannya gasifikasi dapat dibedakan menjadi beberapa macam, yaitu:

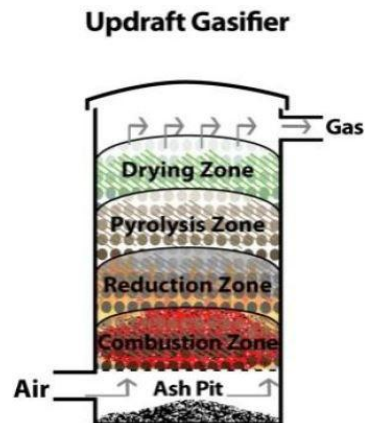
1) Gasifikasi aliran searah (*Downdraft gasification*)

yaitu arah aliran padatan dan gas sama-sama kebawah.



Gambar 1 Gasifikasi *Downdraft*

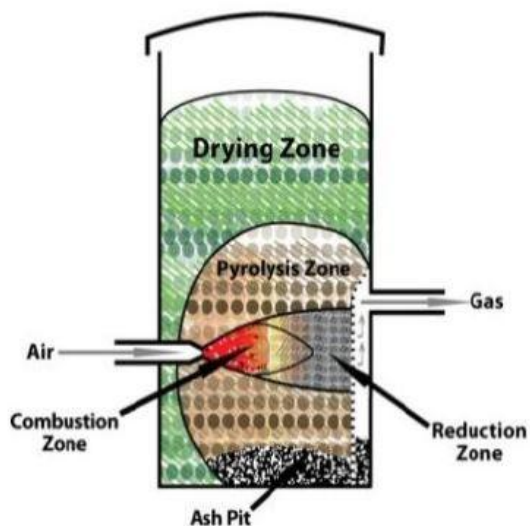
- 2) Gasifikasi aliran berlawanan (*Updraft gasification*) yaitu arah aliran padatan kebawah sedangkan arah aliran gas keatas.



Gambar 2 Gasifikasi *Updraft*  
 Sumber : <http://www.enggcyclopedia.com>

#### 4) Gasifikasi *Crosdraft*

yaitu arah aliran gas dijaga mengalir mendatar dengan aliran padatan kebawah.



Gambar 3 Gasifikasi *Crosdraft*  
 Sumber : <http://www.enggcyclopedia.com>

#### 5) Tahapan Proses Gasifikasi

##### a. *Drying* atau pengeringan ( $T > 150^{\circ}\text{C}$ )

Pada tahap pengeringan, kandungan air pada bahan bakar padat diuapkan oleh panas yang diserap dari proses oksidasi.

b. *Pirolisis* atau *devolatilisasi* ( $150^{\circ}\text{C} < T < 550^{\circ}\text{C}$ )

*Pirolisis* atau *devolatilisasi* disebut juga sebagai gasifikasi parsial. Suatu rangkaian proses fisik dan kimia terjadi selama proses *Pirolisis* yang dimulai secara lambat pada  $T < 100^{\circ}\text{C}$  dan terjadi secara cepat pada  $T > 200^{\circ}\text{C}$ . Proses *Pirolisis* dimulai pada temperatur sekitar  $230^{\circ}\text{C}$ . Produk *Pirolisis* umumnya terdiri dari tiga jenis, yaitu gas ringan ( $\text{H}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  dan  $\text{CH}_4$ ), tar dan arang.

c. Oksidasi atau pembakaran ( $70^{\circ}\text{C} < T < 150^{\circ}\text{C}$ )

Oksidasi atau pembakaran arang merupakan reaksi terpenting yang terjadi didalam *gasifier*. Oksigen yang dipasok kedalam *gasifier* bereaksi dengan bahan yang mudah terbakar. Hasil reaksi tersebut adalah  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$  yang secara berurutan direduksi ketika kontak dengan arang yang diproduksi pada *pirolisis*.

d. Reduksi ( $50^{\circ}\text{C} < T < 120^{\circ}\text{C}$ )

Reduksi merupakan tahapan gasifikasi yang melibatkan suatu rangkaian reaksi endotermik yang didukung oleh panas, serta diproduksi dari reaksi pembakaran. Produk yang dihasilkan pada proses ini adalah gas bakar, seperti:  $\text{H}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CH}_4$ .

### 1.5.2 Sekam Padi

Sekam padi merupakan lapisan keras yang meliputi bulir beras yang terdiri dari dua belahan yang disebut *lemma* dan *palea* yang saling bertautan. Pada proses penggilingan beras sekam akan terpisah dari butir beras dan menjadi bahan sisa atau limbah penggilingan. Sekam dikategorikan sebagai biomasa yang dapat digunakan untuk berbagai kebutuhan seperti bahan baku industri, pakan ternak dan energi atau bahan bakar. Dari proses penggilingan padi biasanya diperoleh sekam sekitar 20-30%, dedak antara 8- 12% dan beras giling antara 50-63,5% dari bobot awal gabah. Sekam padi adalah salah satu energi alternatif yang dapat digunakan untuk menanggulangi krisis energi yang terjadi saat ini khususnya di daerah pedesaan.

Energi sekam padi tidak hanya jumlahnya berlimpah tetapi juga merupakan energi terbarukan, tidak seperti sumber bahan bakar fosil yang jumlahnya terbatas dan bukan merupakan energi terbarukan. Ketersediaan sekam padi di hampir 75 negara di dunia diperkirakan sekitar 100 juta ton dengan energi potensial berkisar  $1,2 \times 10^9$  GJ/tahun dan mempunyai nilai kalor rata-rata 15 MJ/kg. (I Nyoman Suprpta Winaya, dkk. 2010). Rumus kimia sekam padi:  $C_6H_{10}O_5$

### 1.5.3 Pembakaran

Pembakaran adalah proses oksidasi yang sangat cepat antara bahan bakar dan oksidator dengan menimbulkan nyala dan panas. Bahan bakar merupakan substansi yang melepaskan panas ketika dioksidasi dan secara umum mengandung karbon, hidrogen, oksigen dan sulfur. Sementara oksidator adalah segala substansi yang mengandung oksigen yang akan bereaksi dengan bahan bakar (Mahandri, 2010).

Tujuan dari pembakaran adalah melepaskan seluruh panas yang terdapat dalam bahan bakar. Berdasarkan gas sisa yang dihasilkan, pembakaran dibedakan menjadi dua macam yaitu:

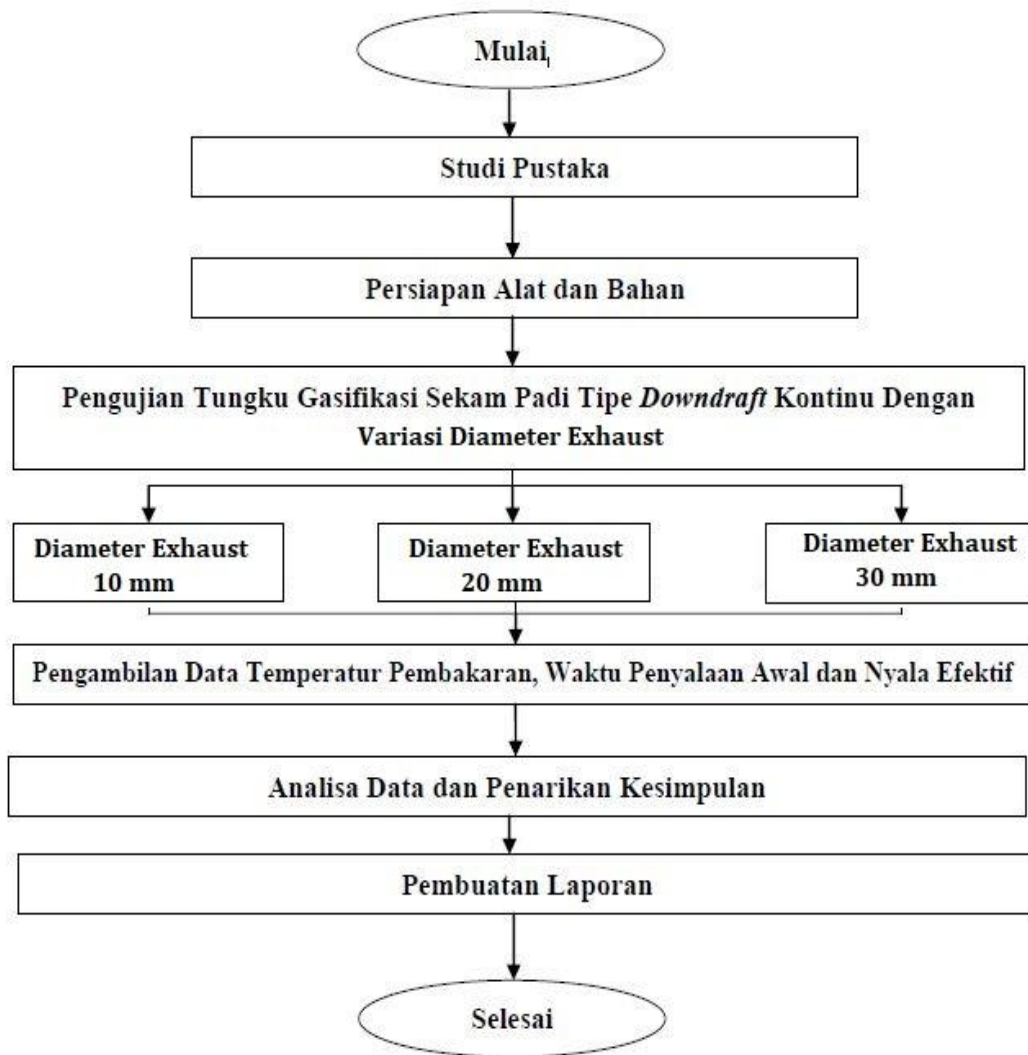
1. Pembakaran sempurna, yaitu pembakaran yang terjadi dimana seluruh bahan yang terbakar membentuk gas karbon dioksida ( $CO_2$ ), air ( $H_2O$ ) dan sulfur ( $SO_2$ ), sehingga tidak ada lagi bahan yang tersisa.
2. Pembakaran tidak sempurna, yaitu pembakaran yang terjadi apabila hasil dari pembakaran berupa gas karbon monoksida ( $CO$ ) dan gas lain, dimana salah satu penyebabnya adalah kekurangan oksigen.

### 1.5.4 Gas metana

Metana adalah hidrokarbon paling sederhana yang berbentuk gas dengan rumus kimia  $CH_4$ . Metana murni tidak berbau, tapi jika digunakan untuk keperluan komersial, biasanya ditambahkan sedikit bau belerang untuk mendeteksi kebocoran yang mungkin terjadi.

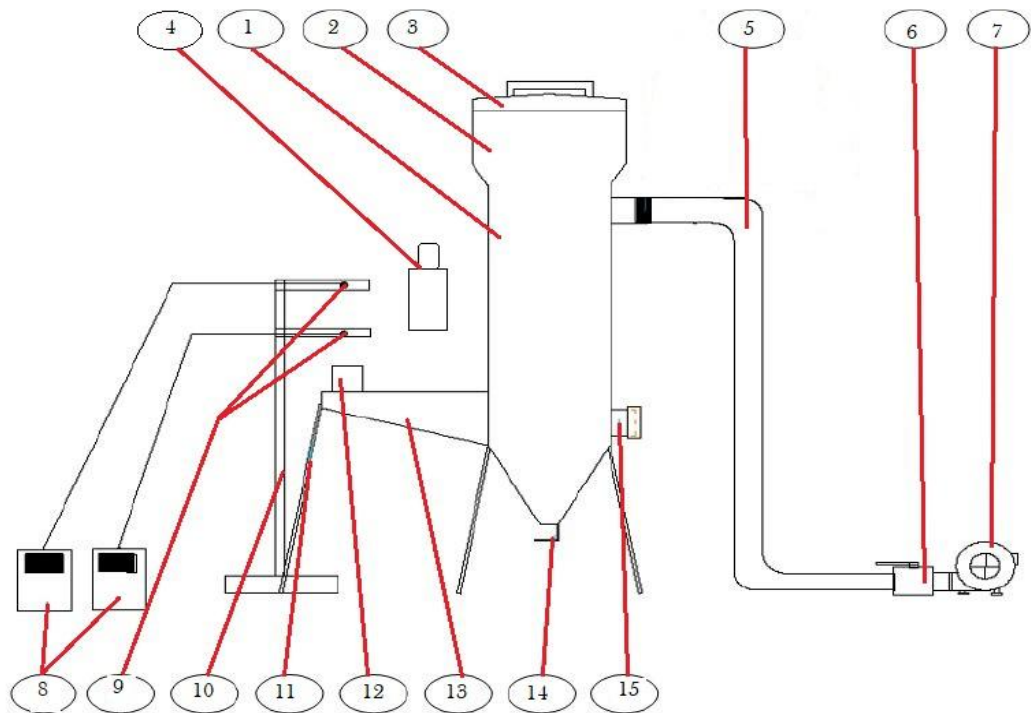
Gas metana bila terbakar akan menghasilkan emisi yang relatif lebih bersih daripada batu bara, dan akan menghasilkan energi yang lebih besar dengan emisi karbon dioksida yang lebih sedikit. Pembakaran satu molekul metana dengan oksigen murni ( $O_2$ ) akan melepaskan satu molekul karbon dioksida ( $CO_2$ ) dan dua molekul air ( $2H_2O$ ).

## 2. METODE PENELITIAN



Gambar 4 Diagram alir penelitian

## 2.1 Instalasi Pengujian



### Gambar 5 Instalasi Pengujian

## 2.2 Alat dan Bahan

### 2.2.1 Alat

1. Tungku gasifikasi tipe *downdraft continue*, alat ini adalah alat utama yang digunakan sebagai tempat pembakaran dan produksi gas metana.
2. Blower, alat ini berfungsi untuk memberikan suplai udara yang dibutuhkan dalam proses pembakaran didalam tungku.
3. Timbangan analog, alat ini digunakan untuk menimbang bahan bakar yang digunakan yaitu sekam padi agar sesuai dengan ukuran yang diinginkan.
4. Stopwatch digital, alat ini digunakan untuk mengukur dan membantu menambah akurasi waktu pencatatan dalam penelitian.
5. Thermokopel, alat ini digunakan untuk mengukur temperatur pembakaran hasil gasifikasi.
6. . Katub pengatur, alat ini berfungsi untuk mengatur jumlah udara yang akan masuk kedalam tungku agar sesuai dengan variabel yang diinginkan.

7. *Exhaust*, alat ini berfungsi sebagai saluran untuk membuang sisa hasil pembakaran tungku.

### **2.2.1 Bahan**

1. Sekam padi

### **2.2.2 Tempat Penelitian**

Tempat yang digunakan untuk penelitian adalah laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.

### **2.2.3 Prosedur Penelitian**

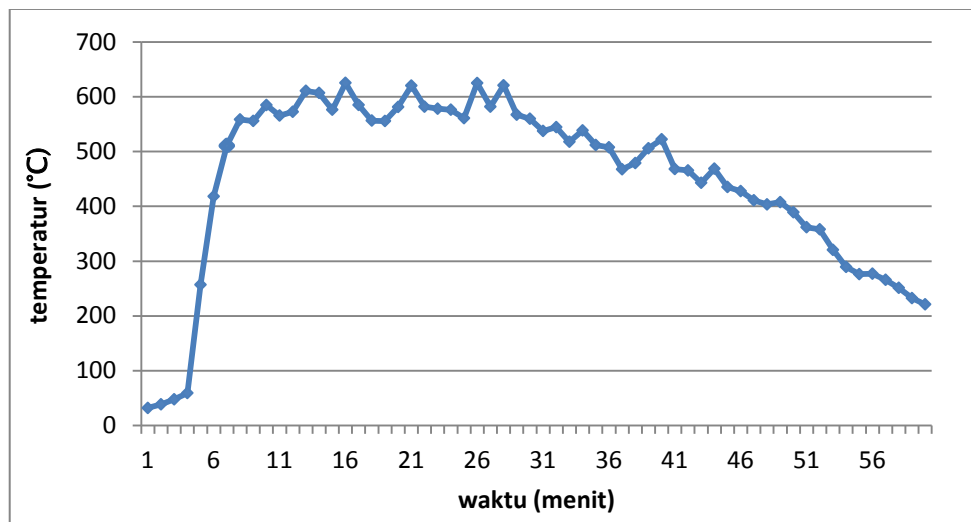
Dalam penelitian pengaruh variasi kecepatan udara terhadap kinerja tungku gasifikasi tipe downdraft kontinu yang dilaksanakan di laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta, untuk dapat memperoleh hasil penelitian yang baik maka harus dilaksanakan prosedur penelitian sebagai berikut:

- 1) Periksa semua perlengkapan dan bahan yang dibutuhkan selama pengujian, pastikan semuanya telah tersedia dan siap digunakan.
- 2) Memasang seluruh instalasi yang dibutuhkan dan pastikan semua terpasang dan terukur dengan benar, thermocouple terpasang pada tempatnya dan udara yang akan masuk ke dalam tungku sudah terseting sesuai variabel yang dikehendaki.
- 3) Menakar bahan bakar sekam padi yang dibutuhkan yaitu sebanyak 2,5 kg kemudian masukkan ke dalam tungku.
- 4) Tutup penutup atas tungku.
- 5) Buka saluran ignition kemudian nyalakan sekam yang ada disaluran tersebut sebagai pemicu awal pembakaran, setelah dirasa cukup kemudian tutup kembali saluran ignition tersebut.
- 6) Nyalakan blower sebagai penyuplai udara utama kedalam tungku pembakaran.
- 7) Nyalakan juga instrumen ukur lainnya (stop watch dan thermocouple).
- 8) Amati dan catat perkembangan temperatur tiap menitnya, catat pula waktu saat mulai menghasilkan nyala api sampai api mati.



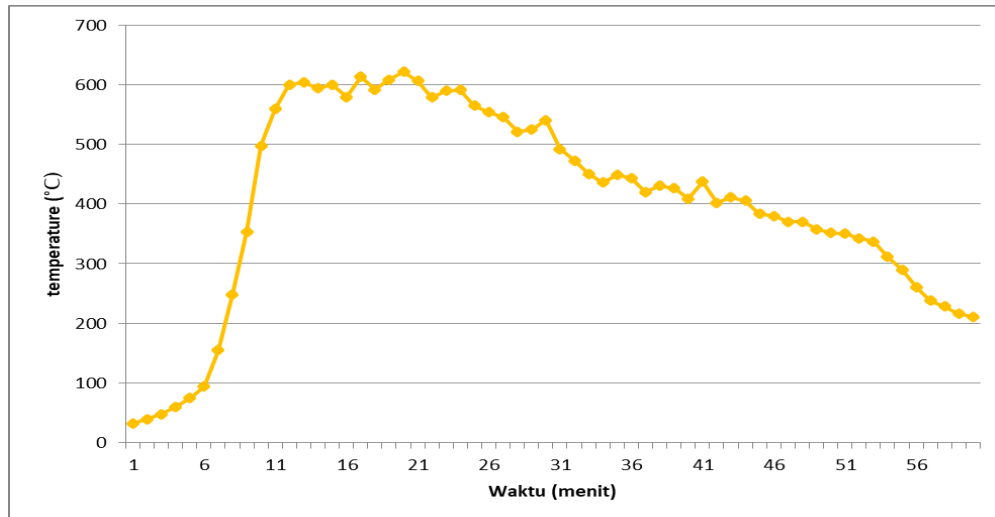
- 9) Bersihkan sisa-sisa sekam yang ada dalam tungku kemudian biarkan tungku sampai suhunya turun sama seperti suhu ruang, ulangi pengujian sebanyak tiga kali pengujian.
- 10) Ulangi percobaan sebanyak 3 kali.
- 11) Lakukan percobaan yang sama untuk variabel diameter exhaust yang lainnya.
- 12) Setelah pengujian selesai bersihkan dan rapikan kembali alat dan tempat pengujian.

## 2. HASIL DAN PEMBAHASAN



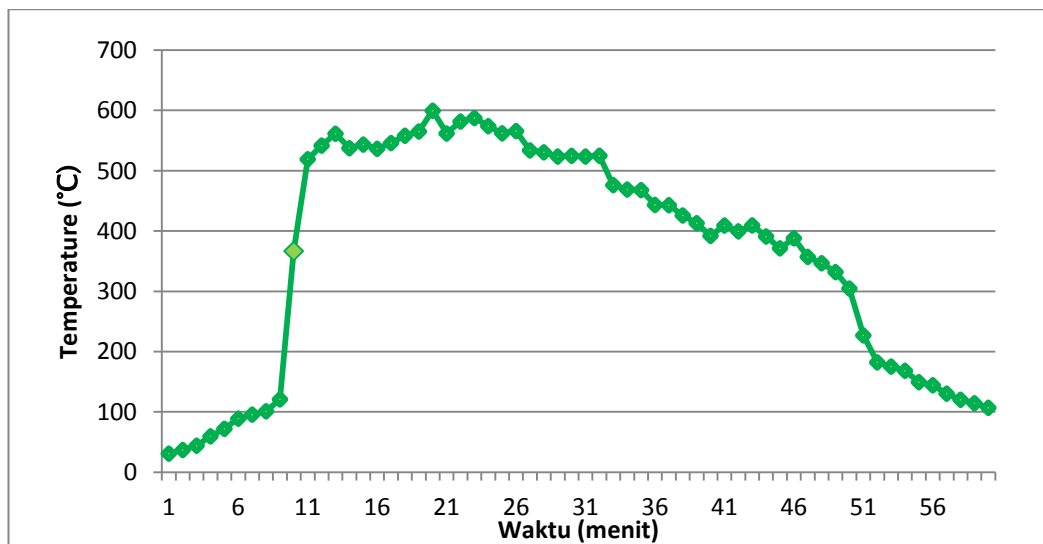
Grafik 1 Temperatur dengan diameter exhaust 10 mm

Pada grafik diatas menunjukkan bahwa, pada pengujian dengan exhaust berdiameter 10 mm menggunakan bahan bakar sekam padi gas hasil gasifikasi mulai menyala pada menit ke-5. Rata-rata temperatur nyala tertinggi yang dihasilkan adalah sebesar  $531.935^{\circ}\text{C}$ . Setelah melewati menit ke-26 diameter exhaust mempengaruhi pembakaran.



Grafik 2 Temperatur rata-rata dengan diameter exhaust 20 mm.

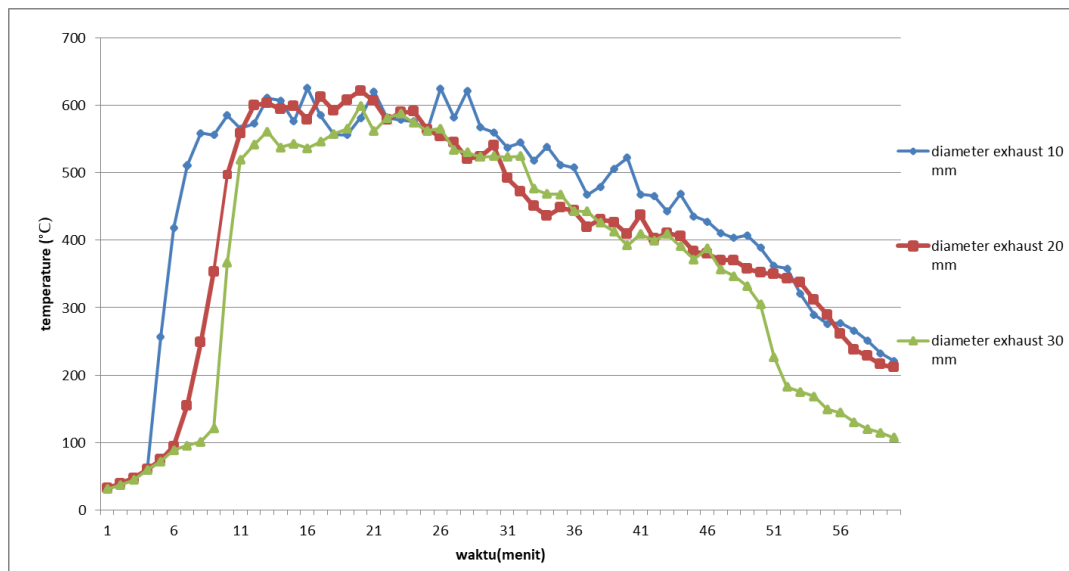
Pada grafik diatas menunjukkan bahwa, pada pengujian dengan exhaust berdiameter 20 mm menggunakan bahan bakar sekam padi gas hasil gasifikasi mulai menyala pada menit ke-8,5. Rata-rata temperatur nyala tertinggi yang dihasilkan adalah sebesar 519.085<sup>o</sup> C. Setelah melewati menit ke-56,5 diameter exhaust mempengaruhi pembakaran.



Grafik 3 Temperatur rata-rata dengan diameter exhaust 30 mm

Pada grafik diatas menunjukkan bahwa, pada pengujian dengan exhaust berdiameter 30 mm menggunakan bahan bakar sekam padi gas hasil gasifikasi mulai menyala pada menit ke-9,5. Rata-rata temperatur nyala tertinggi yang dihasilkan adalah sebesar  $534.268^{\circ}\text{C}$ . Setelah melewati menit ke-56,5 diameter exhaust mempengaruhi pembakaran.

### Perbandingan Temperatur Pembakaran Dengan Diameter Exhaust 10 mm, 20 mm, 30 mm



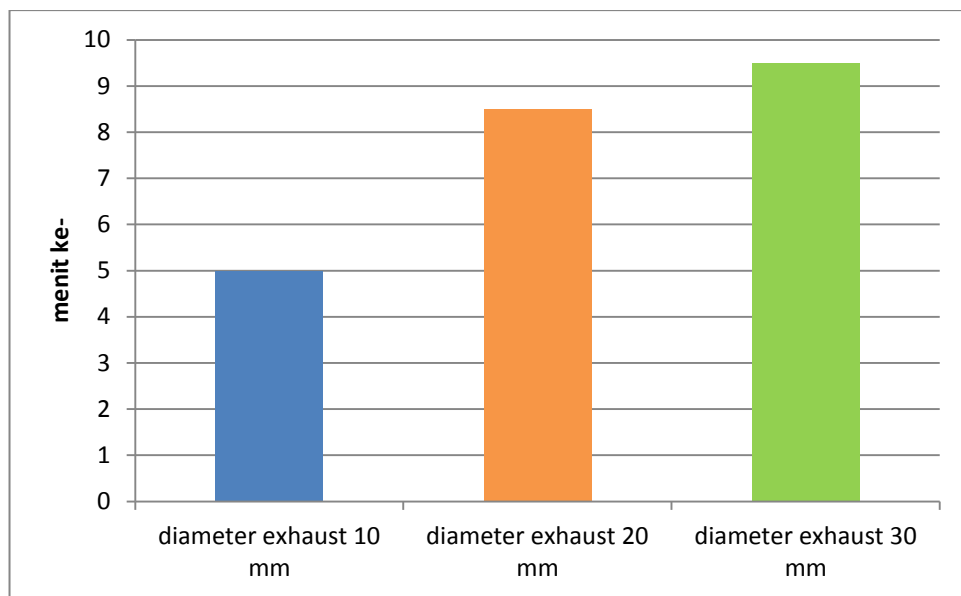
Grafik 4 Perbandingan temperatur dengan diameter exhaust 10 mm, 20 mm, 30 mm

Pada grafik perbandingan diatas, antara ketiga variabel variasi lubang exhaust yang digunakan dalam pengujian menunjukkan bahwa variasi diameter exhaust berpengaruh terhadap temperatur pembakaran gas hasil gasifikasi. Temperature rata-rata tertinggi terjadi pada diameter exhaust 10 mm yaitu sebesar  $531.935^{\circ}\text{C}$ , kemudian temperature tertinggi rata-rata setelahnya didapat pada pengujian dengan menggunakan exhaust dengan diameter 20 mm dengan temperature rata-rata tertinggi yaitu sebesar  $519.085^{\circ}\text{C}$ , dan untuk variasi diameter exhaust 30 mm yaitu sebesar  $534.268^{\circ}\text{C}$ .

Semakin besar diameter exhaust yang digunakan maka temperature rata-rata yang dihasilkan semakin rendah, dan sebaliknya

apabila diameter exhaust lebih kecil maka temperatur yang dihasilkan semakin tinggi.

**Perbandingan Lama Waktu Penyalaan Awal Diameter Exhaust 10 mm, 20mm, 30 mm**



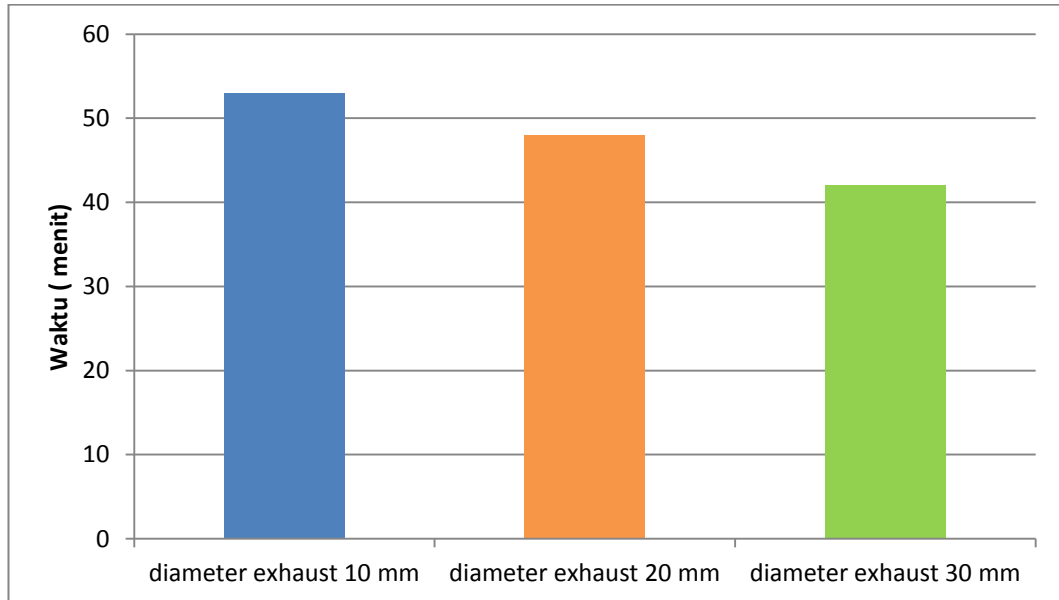
Grafik 5 Perbandingan lama waktu penyalaan awal pada diameter exhaust 10mm, 20 mm, 30 mm

Pada diagram perbandingan diatas, menunjukkan bahwa variasi diameter exhaust berpengaruh terhadap lama waktu penyalaan awal. Penyalaan paling cepat adalah pada diameter exhaust 10 mm yaitu selama 5 menit, kemudian pada diameter exhaust 20 mm yaitu selama 8,5 menit, sedangkan untuk diameter exhaust 30 mm membutuhkan waktu 9,5 menit.

Semakin besar diameter exhaust yang digunakan maka waktu yang dibutuhkan untuk dapat menyalakan semakin lama, sebaliknya semakin kecil diameter exhaust yang digunakan maka waktu penyalaan yang dibutuhkan akan semakin cepat.

## Perbandingan Nyala Efektif Pada Diameter Exhaust

10 mm, 20 mm, 30 mm



Grafik 6 Perbandingan nyala efektif pada diameter exhaust

10 mm, 20 mm, 30 mm

Pada diagram diatas, menunjukkan bahwa variasi diameter lubang exhaust berpengaruh terhadap nyala efektif. exhaust diamater 10 mm dengan nyala efektif selama 53 menit, kemudian exhaust diameter 20mm selama 48 menit, sedangkan untuk exhaust diameter 30 mm selama 42 menit.

Semakin besar diameter exhaust yang digunakan maka waktu nyala efektifnya akan semakin cepat, begitupula sebaliknya semakin kecil diameter exhust yang digunakan maka waktu nyala efektifnya akan semakin lama.

### 3. PENUTUP

Berdasarkan pembahasan dan analisa data dari pengujian tungku gasifikasi tipe *downdraft continue* dengan variasi Diameter *Exhaust* 10 mm, 20 mm, dan 30 mm maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Variasi diameter *exhaust* berpengaruh terhadap temperatur pembakaran gas hasil gasifikasi, temperatur rata-rata tertinggi yaitu pada diameter *exhaust* 30 mm mencapai 534,268°C.
2. Variasi diameter *exhaust* berpengaruh terhadap lama waktu penyalaan awal, waktu penyalaan tercepat yaitu pada diameter *exhaust* 10 mm pada menit ke 5.
3. Variasi diameter *exhaust* berpengaruh terhadap waktu nyala efektif yang dihasilkan, nyala efektif terpanjang yaitu pada diameter *exhaust* 10 mm sampai dengan 53 menit.

## DAFTAR PUSTAKA

- Febijanto, Irhan, 2007, Potensi Biomasa Indonesia Sebagai Bahan Bakar Pengganti Energi Fosil, BPPT, Jakarta
- Najib, Lailun, Darsopuspito, Sudjud, 2012, Karakterisasi Proses Gasifikasi Biomassa Tempurung Kelapa Sistem *Downdraft* Kontinyu Dengan Variasi Perbandingan Udara-Bahan Bakar (*Afr*) Dan Ukuran Biomassa, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
- Hadi, Sholehul, Dasopuspito, Sudjud, 2013, Pengaruh Variasi Perbandingan Udara-Bahan Bakar Terhadap Kualitas Api Pada Gasifikasi Reaktor *Downdraft* Dengan Suplai Biomass Serabut.
- Samsudin, Anis, dkk., 2009, Studi Eksperimen Pemanfaatan Sekam Padi sebagai Bahan Bakar Gasifikasi Penghasil Syngas, Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang, Semarang
- Setiawan, Budi, 2014, **Studi Gasifikasi Batu Bara *Lignite* Dengan Variasi Kecepatan Udara Untuk Keperluan Karbonasi**, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta

Saputra, Nurhadi, 2016. Pengaruh Variasi Kecepatan Udara Terhadap Kinerja Tungku Gasifikasi Sekam Padi Tipe Downdraft Kontinu. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.